

3/Priority Paper  
7/12/99

DM PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Hiroyuki WATANABE et al.

Serial No.: Not Yet Assigned

Filed: May 27, 1999

For: SEMICONDUCTOR DEVICE AND FABRICATION METHOD THEREOF



**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

May 27, 1999

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 10-149456, filed May 29, 1998**

**Japanese Appln. No. 10-308754, filed October 29, 1998**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign applications is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy/copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Stephen G. Adrian".

Stephen G. Adrian  
Reg. No. 32,878

Atty. Docket No.: 990559  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
SGA/tmb

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC594 U.S. PTO  
09/320271  
05/27/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年10月29日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第308754号

出 願 人

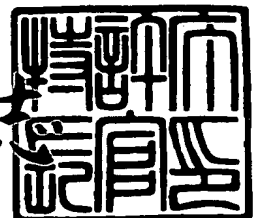
Applicant (s):

三洋電機株式会社

1999年 4月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3025366

【書類名】 特許願

【整理番号】 NBC0982207

【提出日】 平成10年10月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/768

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
三洋電機株式会社内

【氏名】 渡辺 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
三洋電機株式会社内

【氏名】 水原 秀樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
三洋電機株式会社内

【氏名】 谷本 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
三洋電機株式会社内

【氏名】 西田 篤弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
三洋電機株式会社内

【氏名】 山岡 義和

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

三洋電機株式会社内

【氏名】 井上 恭典

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代表者】 近藤 定男

【代理人】

【識別番号】 100076794

【弁理士】

【氏名又は名称】 安富 耕二

【連絡先】 電話 03-5684-3268 知的財産部駐在

【選任した代理人】

【識別番号】 100107906

【弁理士】

【氏名又は名称】 須藤 克彦

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第149456号

【出願日】 平成10年 5月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013033

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702954

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の上に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、  
この第 1 の絶縁膜に不純物を導入する工程と、  
前記第 1 の絶縁膜に第 1 の配線を埋め込み形成する工程と、  
を含むことを特徴とした半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 基板の上に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、  
この第 1 の絶縁膜に不純物を導入する工程と、  
前記第 1 の絶縁膜に、第 1 の配線を、その表面が露出するように埋め込み形成する工程と、  
前記第 1 の絶縁膜の上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 2 の絶縁膜に、前記第 1 の配線に通じるコンタクトホールを形成する工程と、  
少なくとも前記コンタクトホール内に、前記第 1 の配線に電氣的に接続される第 2 の配線を形成する工程と、  
を含むことを特徴とした半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 基板の上に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、  
この第 1 の絶縁膜に不純物を導入する工程と、  
前記第 1 の絶縁膜に、第 1 の配線を、その表面が露出するように埋め込み形成する工程と、  
前記第 1 の絶縁膜の上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 2 の絶縁膜の上に第 1 のマスクパターンを形成する工程と、  
前記第 2 の絶縁膜及び第 1 のマスクパターンの上に第 3 の絶縁膜を形成する工程と、  
前記第 3 の絶縁膜の上に前記第 1 のマスクパターンよりも大きい開口部を有する第 2 のマスクパターンを形成する工程と、  
前記第 2 のマスクパターンに基づいて、前記第 3 の絶縁膜に、前記第 1 のマスクパターンに達するトレンチを形成する工程と、

前記第1のマスクパターンに基づいて、前記第2の絶縁膜に、前記第1の配線に通じるコンタクトホールを形成する工程と、

少なくとも前記コンタクトホール及びトレンチ内に、前記第1の配線に電氣的に接続される第3の配線を形成する工程と、  
を含むことを特徴とした半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記第2の絶縁膜に不純物を導入する工程を更に備えることを特徴とした請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記第3の絶縁膜に不純物を導入する工程を更に備えることを特徴とした請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 あらかじめ前記第1の絶縁膜の下に第4の絶縁膜を形成する工程を更に備え、前記第1の絶縁膜に対する不純物の導入を、不純物が第1の絶縁膜と第4の絶縁膜との界面に達する条件下で行うことを特徴とした請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記第1の絶縁膜が、炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜を含むことを特徴とした請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記第2の絶縁膜が、炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜を含むことを特徴とした請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項9】 前記第3の絶縁膜が、炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜を含むことを特徴とした請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項10】 前記第1の絶縁膜が、無機SOG膜を含むことを特徴とした請求項1乃至3のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】

近年、半導体集積回路の更なる高集積化を実現するために、配線の微細化、多

層化を進めることが要求されている。配線を多層化するには、各配線間に層間絶縁膜を設けるが、その層間絶縁膜の表面が平坦でないと、層間絶縁膜の上部に形成された配線に段差が生じて断線などの故障が引き起こされる。

【0003】

従って、層間絶縁膜の表面（すなわち、デバイスの表面）は可能な限り平坦化されていなければならない。このように、デバイスの表面を平坦化する技術は、平坦化技術と呼ばれ、配線の微細化、多層化に伴ってますます重要になっている。

【0004】

平坦化技術において、よく用いられる層間絶縁膜としてSOG膜があり、特に層間絶縁膜材料のフロー特性を利用した平坦化技術において盛んな検討がなされている。

【0005】

SOGとは、シリコン化合物を有機溶剤に溶解した溶液及びその溶液から形成される二酸化シリコンを主成分とする膜の総称である。

【0006】

SOG膜を形成するには、まず、シリコン化合物を有機溶剤に溶解した溶液を基板上に滴下して基板を回転させる。すると、その溶液の被膜は、配線によって形成される基板上の段差に対して、その凹部には厚く、凸部には薄く、段差を緩和するように形成される。その結果、その溶液の被膜の表面は平坦化される。

【0007】

次に熱処理が施されると、有機溶剤が蒸発すると共に重合反応が進行して、表面が平坦なSOG膜が形成される。

【0008】

SOG膜には、一般式（1）で表されるように、シリコン化合物中に有機成分を含まない無機SOG膜と、一般式（2）で表されるように、シリコン化合物中に有機成分を含む有機SOG膜とがある。

【0009】





(n, X, Y, Z : 整数、R : アルキル基又はアリール基)

無機 SOG 膜や有機 SOG 膜は、非常に優れた平坦性を有するが、無機 SOG 膜は、水分及び水酸基を多量に含んでいるために、金属配線などに悪影響を与え、電気的特性の劣化、腐食などの問題が生じる恐れがある。

#### 【0010】

また、無機 SOG 膜に比べれば少ないものの、有機 SOG 膜にも水分及び水酸基が含まれているため、同様の問題を有する。

#### 【0011】

そこで、通常は、SOG 膜を層間絶縁膜に採用する場合において、水分及び水酸基を比較的遮断する性質に加えて絶縁性及び機械的強度が高い性質を持つ、例えばプラズマ CVD 法によって形成されたシリコン酸化膜などの絶縁膜を SOG 膜と金属配線との間に介在させることが行われている（例えば、特開平 5-226334 号公報 (H01L21/3205) 参照）。

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来例のようにプラズマ CVD 法によって形成されたシリコン酸化膜などの絶縁膜を SOG 膜と金属配線との間に介在させると、下地金属配線のパターンの間隔を狭めることに制約を受け、素子の微細化の妨げとなる。

#### 【0013】

本発明は、半導体装置の製造方法に関し、斯かる問題点を解消することをその目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置の製造方法は、基板の上に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、この第 1 の絶縁膜に不純物を導入する工程と、前記第 1 の絶縁膜に第 1 の配線を埋め込み形成する工程と、を含むことをその要旨とする。

#### 【0015】

また、本発明の半導体装置の製造方法は、基板の上に第 1 の絶縁膜を形成する



工程と、この第1の絶縁膜に不純物を導入する工程と、前記第1の絶縁膜に、第1の配線を、その表面が露出するように埋め込み形成する工程と、前記第1の絶縁膜の上に第2の絶縁膜を形成する工程と、前記第2の絶縁膜に、前記第1の配線に通じるコンタクトホールを形成する工程と、少なくとも前記コンタクトホール内に、前記第1の配線に電氣的に接続される第2の配線を形成する工程と、を含むことをその要旨とする。

## 【0016】

また、本発明の半導体装置の製造方法は、基板の上に第1の絶縁膜を形成する工程と、この第1の絶縁膜に不純物を導入する工程と、前記第1の絶縁膜に、第1の配線を、その表面が露出するように埋め込み形成する工程と、前記第1の絶縁膜の上に第2の絶縁膜を形成する工程と、前記第2の絶縁膜の上に第1のマスクパターンを形成する工程と、前記第2の絶縁膜及び第1のマスクパターンの上に第3の絶縁膜を形成する工程と、前記第3の絶縁膜の上に前記第1のマスクパターンよりも大きい開口部を有する第2のマスクパターンを形成する工程と、前記第2のマスクパターンに基づいて、前記第3の絶縁膜に、前記第1のマスクパターンに達するトレンチを形成する工程と、前記第1のマスクパターンに基づいて、前記第2の絶縁膜に、前記第1の配線に通じるコンタクトホールを形成する工程と、少なくとも前記コンタクトホール及びトレンチ内に、前記第1の配線に電氣的に接続される第3の配線を形成する工程と、を含むことをその要旨とする。

## 【0017】

尚、前記第2の絶縁膜や第3の絶縁膜に不純物を導入する工程を更に備えることが望ましい。

## 【0018】

これら第1の絶縁膜、第2の絶縁膜、第3の絶縁膜への不純物の導入により、それぞれ膜が改質されて、膜に含まれる水分や水酸基が減少し且つ膜が吸水しにくくなる。これにより、絶縁膜の絶縁特性を改善することができる。

## 【0019】

特に、第1の配線を形成する前に、第1の絶縁膜に不純物を導入すれば、また

、第2の配線を形成する前に、第2の絶縁膜に不純物を導入すれば、また、第3の配線を形成する前に、第3の絶縁膜に不純物を導入すれば、それぞれ膜全体にわたってほぼ均一な深さだけ不純物を注入することができ、それぞれ膜全体を均一に改質することができる。

【0020】

この場合、あらかじめ第1の絶縁膜の下に第4の絶縁膜を形成しておき、第1の絶縁膜に対する不純物の導入を、不純物が第1の絶縁膜と第4の絶縁膜との界面に達する条件下で行うことにより、第1の絶縁膜と第4の絶縁膜との密着強度も向上させることができる。

【0021】

尚、第1の絶縁膜、第2の絶縁膜、第3の絶縁膜は、有機SOG膜などの炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜、又は無機SOG膜を含むのが好ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

本発明を具体化した第1実施形態の製造方法を図1～図9に従って説明する。

【0023】

工程1 (図1参照) : (100) p型 (又はn型) 単結晶シリコン基板1の上にシリコン酸化膜2 (膜厚: 200 nm) を形成し、その上に有機SOG膜3を形成する。有機SOG膜3の組成は  $[(CH_3)_2Si_4O_7]_n$  で、その膜厚は600 nmである。尚、シリコン酸化膜2は、本発明の第4の絶縁膜に相当し、有機SOG膜3は、本発明の第1の絶縁膜に相当する。

【0024】

シリコン酸化膜2は、プラズマCVD法により形成する。反応ガスとしては、モノシランと亜酸化窒素 ( $SiH_4 + N_2O$ )、モノシランと酸素 ( $SiH_4 + O_2$ )、TEOS (Tetra-ethoxy-silane) と酸素 ( $TEOS + O_2$ ) などを用い、成膜温度は300～900℃である。

【0025】

また、シリコン酸化膜2は、プラズマCVD法以外の方法 (常圧CVD法、減

圧CVD法、ECRプラズマCVD法、光励起CVD法、TEOS-CVD法、PVD法など）によって形成してもよい。例えば、常圧CVD法で用いられるガスはモノシランと酸素（ $\text{SiH}_4 + \text{O}_2$ ）であり、成膜温度は400℃以下である。また、減圧CVD法で用いられるガスはモノシランと亜酸化窒素（ $\text{SiH}_4 + \text{N}_2\text{O}$ ）であり、成膜温度は900℃以下である。

## 【0026】

有機SOG膜3の形成方法は、まず、前記組成のシリコン化合物のアルコール系溶液（例えば、IPA+アセトン）を基板1の上に滴下して基板を回転速度：2300rpmで20秒間回転させ、この溶液の被膜を基板1の上に形成する。このとき、そのアルコール系溶液の被膜は、基板1の上の段差に対して、その凹部には厚く、その凸部には薄く、段差を緩和するように形成される。その結果、アルコール系溶液の被膜の表面は平坦化される。

## 【0027】

次に、窒素雰囲気中において、100℃で1分間、200℃で1分間、300℃で1分間、22℃で1分間、430℃で30分間、順次熱処理を施すと、アルコール系溶媒が蒸発すると共に重合反応が進行して、表面が平坦な膜厚300nmの有機SOG膜が形成される。この被膜形成～熱処理作業をもう1回繰り返すことにより、膜厚600nmの有機SOG膜3を得る。

## 【0028】

この有機SOG膜3は、下地面が平坦なため、基板の全面にわたってほぼ均一な膜厚で塗布形成される。有機SOG膜3は、炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜である。

## 【0029】

工程2（図2参照）：イオン注入法を用いて、ホウ素（ボロン）イオン（ $\text{B}^+$ ）を加速エネルギー：140KeV、ドーズ量： $2 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$ の条件で有機SOG膜3にドーピングする。この条件で注入すると、ホウ素イオンは、有機SOG膜3とシリコン酸化膜2との界面に到達する。

## 【0030】

このように、有機SOG膜3にホウ素イオンを導入することで、膜中の有機成

分を分解させると共に、膜中に含まれる水分及び水酸基を減少させる。

【0031】

また、シリコン酸化膜2との界面にホウ素イオンが導入されることで、両者の密着強度が高くなる。

【0032】

その結果、有機SOG膜3は、有機成分が含まれず、水分及び水酸基が僅かしか含まれなく且つ下地膜（シリコン酸化膜2）との密着強度が高いSOG膜（以下、改質SOG膜という）4に変えられる。上述した通り、有機SOG膜3は、基板の全面にわたってほぼ均一な膜厚を有するので、有機SOG膜3全体がほぼ均一に改質され、且つ下地膜との密着強度もほぼ全面にわたって高くなる。尚、この改質SOG膜4も、炭素を1%以上含有するシリコン酸化膜である。

【0033】

工程3（図3参照）：図示しないレジストパターンをマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜4にトレンチ5を形成する。

【0034】

工程4（図4参照）：不活性ガス（例えばAr）を用いたスパッタエッチングによって、トレンチ5内をクリーニングした後、トレンチ5内及び改質SOG膜4の上に、マグネトロンスパッタ法やCVD法を用いて、密着層及びバリヤ層としてのTiN膜を形成し、更に、その上に、CVD法又はメッキ法を用いて、Cu膜を形成し、さらに、CMP（Chemical Mechanical Polishing）法を用いて、Cu膜の表面を研磨し、最終的にトレンチ5内にのみTiNとCuからなる金属配線6を埋め込み形成する。この金属配線の埋め込み技術は、一般にはダマシン（damascene）法と呼ばれている。

【0035】

尚、有機SOGは非常に段差被覆性が良いために、例えば、工程1～4において、金属配線6をパターン形成してから有機SOG膜3を塗布しても、金属配線6間に有機SOGを十分に充填することができる。しかしながら、このように下地に配線パターンのように凹凸が存在する個所に有機SOG膜を塗布した場合、

有機SOG膜3の膜厚が、例えば配線のあるところと無いところで差が生じることがある。この状態で有機SOG膜を改質すべくイオン注入を行うと、有機SOG膜中の下層部分に、改質された部分とされなかった部分が発生し、後述するような種々の問題が発生することになる。

## 【0036】

一方、本実施形態によれば、金属配線6を形成する前の平坦な下地面に有機SOG膜3を形成するため、有機SOG膜3の膜厚がほぼ均一となって、有機SOG膜3全体がほぼ均一に改質される。

## 【0037】

工程5（図5参照）：改質SOG膜4及び金属配線6の上に、膜厚600nmの有機SOG膜7を形成する。この有機SOG膜7の組成及び形成方法は上記有機SOG膜3と同様である。尚、有機SOG膜7は、本発明の第2の絶縁膜に相当する。

## 【0038】

工程6（図6参照）：イオン注入法を用いて、ホウ素イオンを加速エネルギー：140KeV、ドーズ量： $2 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ の条件で有機SOG膜7にドーピングして上記改質SOG膜4と同様に、有機SOG膜7を改質させる（以下、改質SOG膜8という）。この条件で注入すると、ホウ素イオンは、有機SOG膜7と改質SOG膜4との界面に到達する。

## 【0039】

このときも、有機SOG膜7は、基板の全面にわたってほぼ均一な膜厚を有するので、有機SOG膜7全体がほぼ均一に改質される。

## 【0040】

工程7（図7参照）：図示しないレジストパターンをマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜8に金属配線6に通じるコンタクトホール9a、9bを形成する。このとき、マスクの合わせずれで、コンタクトホールの形成位置が、コンタクトホール9bのように金属配線6の上面からずれて改質SOG4が露出してもコンタクト不良が発生することはない。

## 【0041】

例えば、有機SOG膜3へのイオン注入が不十分で、膜中（特に下層部）に改質されていない個所が存在すると、その未改質の部分にコンタクトホール9a, 9bの位置がずれた場合に、コンタクトホール形成用のエッチングマスクとして用いたフォトレジストを除去するための酸素プラズマアッシング処理の際に、未改質部分が収縮することがある。その結果、ホール内にリセスが発生し、その後の接続孔配線10をホール内に十分に埋め込むことができない等コンタクト不良が発生する危険がある。

## 【0042】

また、コンタクトホール内に未改質の有機SOG膜が露出していると、このコンタクトホール内にCVD法を用いてCuを形成しようとする場合に、有機SOGからH<sub>2</sub>OやCH<sub>3</sub>が脱離し、Cuを形成するためのソースガスがコンタクトホール内に十分に入ることができず、コンタクトホール内に不完全な形状のCuが形成されてしまう危険がある。

## 【0043】

一方、本実施形態にあつては、上述した通り、有機SOG膜3の全体がほぼ均一に改質されているため、コンタクトホール9a, 9bの形成位置がずれても改質された部分のみが露出し、上述のような心配はない。

## 【0044】

工程8（図8参照）：不活性ガス（例えばAr）を用いたスパッタエッチングによって、コンタクトホール9a, 9b内をクリーニングした後、コンタクトホール9a, 9b内を含む改質SOG膜8の上に、マグネトロンスパッタ法やCVD法を用いて、密着層及びバリヤ層としてのTiN膜を形成し、その上に、CVD法又はメッキ法を用いて、Cu膜を形成し、更に、CMP法を用いて、Cu膜の表面を研磨し、最終的にコンタクトホール9a, 9b内にTiNとCuからなる接続孔配線10を埋め込み形成する。

## 【0045】

工程9（図9参照）：必要に応じて、不活性ガス（例えばAr）を用いたスパッタエッチングによって、接続孔配線10の表面の酸化膜等を除去する。

## 【0046】

次に、改質SOG膜8及び接続孔配線10の上に、工程1～4と同様の手法で、改質SOG膜11とこの改質SOG膜11に埋め込まれ、接続孔配線10と電氣的に接続する上層金属配線12（TiNとCuとの積層）を形成する。

## 【0047】

本実施形態にあつては、有機SOG膜3にイオンを注入する際に、上述したようにシリコン酸化膜2との界面にホウ素イオンを導入するので、改質SOG膜4がシリコン酸化膜2から剥がれにくくなっている。

## 【0048】

表1は、シリコン酸化膜の上にSOG膜（膜厚600nm）を形成したテストデバイスを用いて、SOG膜とシリコン酸化膜との密着強度を引っ張り強度試験装置を用いて評価した結果を示している。形成したSOG膜は表に示す4種類であり、各種類に対して10個のサンプルを作製した。膜剥がれ率の判定は、500Kg/cm<sup>2</sup>の引っ張り力で引っ張り試験を行って何%のサンプルに膜剥がれが生じているかをみた。

## 【0049】

【表1】

条 件	膜剥がれ率
有機SOG膜	100%
低圧酸素プラズマ処理	100%
改質SOG膜（Arイオン注入）	0%
改質SOG膜（Bイオン注入）	0%

尚、表1中条件欄はSOG膜として用いたものを示している。低圧酸素プラズマ処理とは有機SOG膜を酸素プラズマに晒したものである。改質SOG膜は本実施形態と同様の条件で形成している。

## 【0050】

このように、SOG膜として改質SOG膜を用いたものは、下地シリコン酸化膜との密着強度が高くなって、膜剥がれが起こらない。

## 【0051】

図10は表1と同様のテストデバイスにおいて、SOG膜に異なる条件でホウ素 ( $B^+$ ) イオンを注入した時の密着強度を測定したものである。ドーズ量は  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$  と一定とし、加速エネルギーを20、60、100及び140 KeVにそれぞれ変化させた。図中、「未処理」はイオン注入を行っていないもの、すなわち有機SOG膜のことである。

## 【0052】

このように、イオン注入しないものは、SOG膜とシリコン酸化膜との密着強度が低く、簡単に剥がれやすいが、イオン注入したものは、加速エネルギーが高くなるに従って密着強度が高くなり、特に、60 KeV以上では、 $700 \text{kgf/cm}^2$  を越える密着強度を得ることができる。この密着強度の向上は、SOG膜とシリコン酸化膜との界面にイオンが到達し、界面の元素のミキシング及び再結合によりもたらされたものと考えられる。

## 【0053】

また、改質SOG膜4、8、11は、エッチングマスクとして用いたフォトリジストを除去する際の酸素プラズマアッシング処理時にほとんど収縮しない。

## 【0054】

そのため、トレンチ5やコンタクトホール9a、9bを形成する際にリセスが発生することはない。従って、トレンチ5やコンタクトホール9a、9b内に、金属配線6や接続孔配線10を十分に埋め込むことが可能になる。

## 【0055】

ここで、改質SOG膜は、酸素プラズマ耐性にも優れている。図11は酸素プラズマ耐性の指標として、改質SOG膜の膜厚減少に着目して評価すべく、有機SOG膜にアルゴン ( $Ar$ ) イオンを注入して形成した改質SOG膜を酸素プラズマに晒したときの膜厚変化について示したものである。尚、イオン注入の条件は、加速エネルギー：140 KeV、ドーズ量： $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^2$  である。

## 【0056】

有機SOG膜を酸素プラズマに晒した場合（酸素プラズマ処理）、当初の有機SOG膜（未処理）の膜厚に比べて、膜厚が16%減少したのに対し、改質SO



G膜を酸素プラズマに晒した場合（Arイオン注入後酸素プラズマ処理）、当初の改質SOG膜（Arイオン注入）の膜厚に比べて、膜厚がほとんど減少しないことが分かった。但し、改質SOG膜の膜厚は有機SOG膜の膜厚に比べて25%減少している。

## 【0057】

以上の結果から、改質SOG膜は、酸素プラズマ耐性の優れた膜であることが分かった。

## 【0058】

図12は有機SOG膜（未処理）及び改質SOG膜（Arイオン注入処理）のそれぞれに窒素雰囲気中で30分間の熱処理を施し、TDS法(Thermal Desorption Spectroscopy)を用いて評価した結果を示している。尚、イオン注入条件は、加速エネルギー：140KeV、ドーズ量： $1 \times 10^{15}$ atoms/cm<sup>2</sup>である。

## 【0059】

この図は、H<sub>2</sub>O（m/e=18）に関する脱離量を表したものであり、図から明らかなように、改質SOG膜はH<sub>2</sub>O（m/e=18）に関する脱離が少ないことが分かる。このことは、有機SOG膜にイオン注入を行って、改質SOG膜とすることにより、有機SOG膜に含まれる水分及び水酸基が減少することを示している。

## 【0060】

図13は有機SOG膜及び改質SOG膜の吸湿性を調べる目的で、有機SOG膜（未処理）、有機SOG膜を酸素プラズマに晒したもの（酸素プラズマ処理）及び改質SOG膜（Arイオン注入）をクリーンルーム内で大気中に放置し、膜中の水分を評価した結果を示している。膜中の水分量は、FT-IR法(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)を用いて、赤外吸収スペクトルのO-H基に関する吸収（3500cm<sup>-1</sup>付近）の面積強度を指標とした。イオン注入条件は、加速エネルギー：140KeV、ドーズ量： $1 \times 10^{15}$ atoms/cm<sup>2</sup>である。

## 【0061】

酸素プラズマに晒した場合、処理前後での水分増加だけでなく、1日後でも水分が増加していることが分かる。一方、改質SOG膜は、イオン注入後に増加し

ていないだけでなく、クリーンルーム内で大気に放置しても、有機SOG膜に比べて水分の増加は小さい。

【0062】

即ち、改質SOG膜は、有機SOG膜に比べて吸湿性が低いことが分かる。

【0063】

図14は改質SOG膜及び有機SOG膜の水分の透過性を調べる目的で、プレッシャー・クッカー試験（PCT）（加湿試験のことで、本実施形態では、条件として、120℃、2気圧の飽和水蒸気雰囲気で行った）した結果を示している。FT-IR法を用いて、有機SOG膜中のO-Hに関する吸収ピーク（3500 $\text{cm}^{-1}$ 付近）の面積強度を求め、PCT時間との関係をプロットした。

【0064】

イオン注入法を用いて表面だけを改質した試料（Arイオン注入：20KeV）を作製し、膜全体を改質したもの（Arイオン注入：140KeV）や改質しなかったもの（有機SOG膜：未処理）と比較した結果、以下のことが分かった。

【0065】

（イ）改質していない有機SOG膜をPCTした場合、3500 $\text{cm}^{-1}$ 付近（O-H基に関する吸収）の吸収強度が劇的な増加を示す。

【0066】

（ロ）改質SOG膜では、3500 $\text{cm}^{-1}$ 付近（O-H基に関する吸収）の吸収強度の増加は小さい。膜表面だけを改質した試料でも、膜全体を改質したものと同程度である。

【0067】

以上の結果から、イオンを注入することで、水分の透過性を抑制する層を形成できることが分かる。

【0068】

以上、本実施形態にあつては、有機SOG膜にイオン注入によって、不純物を導入することにより、有機SOG膜3，7が改質SOG膜4，8となって、膜に含まれる水分や水酸基が減少し且つ膜が吸水しにくくなり、更に加えて、改質SOG膜4に接するシリコン酸化膜2との密着強度が高まり、信頼性の高い層間絶

縁膜を得ることができる。

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態の製造方法を図15～図20に基づいて説明する。尚、第1実施形態における工程1～工程6（図1～図6）については、本第2実施形態と同様であるので、説明を省略し、ここでは、それ以降の工程につき説明する。また、第1実施形態と同様の構成については、同じ符号を用い、その詳細な説明を省略する。

【0069】

工程10（図15参照）：改質SOG膜8の上にシリコン窒化膜からなるマスクパターン13（シリコン窒化膜マスク13という）を形成する。尚、シリコン窒化膜マスク13は、本発明の第1のマスクパターンに相当する。

【0070】

工程11（図16参照）：改質SOG膜8及びシリコン窒化膜マスク13の上に、膜厚600nmの有機SOG膜14を形成する。この有機SOG膜14の組成及び形成方法は上記有機SOG膜3と同様である。尚、有機SOG膜14は、本発明の第3の絶縁膜に相当する。

【0071】

工程12（図17参照）：有機SOG膜14にイオン注入を行って、改質SOG膜15を形成する。尚、改質SOG膜15の組成及び形成方法は上記改質SOG膜4と同様である。このときも、有機SOG膜14は、基板の全面にわたってほぼ均一な膜厚を有するので、有機SOG膜14全体がほぼ均一に改質される。

【0072】

工程13（図18参照）：改質SOG膜15の上に、ストライプ状のレジストパターン16を形成する。このレジストパターン16の開口部は、シリコン窒化膜マスク13の開口部を含み、その面積も、シリコン窒化膜マスク13のそれよりも大きい。尚、レジストパターン16は、本発明の第2のマスクパターンに相当する。

【0073】

工程14（図19参照）：レジストパターン16をマスクとして、フロロカー

ボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜15及び改質SOG膜8をエッチングする。この場合、レジストパターン16と同じ開口幅で改質SOG膜15がエッチングされ、シリコン窒化膜マスク13に到達した時点で改質SOG膜15のエッチングが終了し、まず、改質SOG膜15にトレンチ17a, 17bが形成される。続いて、シリコン窒化膜マスク13をマスクとして、このマスクと同じ開口径で改質SOG膜8がエッチングされ、改質SOG膜8に、金属配線6に通じるコンタクトホール17c, 17dを形成する。

#### 【0074】

このように、シリコン窒化膜マスク13をエッチングストッパとして利用することにより、トレンチ17a, 17bとコンタクトホール17c, 17dとを一度のエッチングで形成することができる。

#### 【0075】

このとき、マスクの合わせずれで、コンタクトホールの形成位置が、コンタクトホール17dのように金属配線6の上面からずれて改質SOG膜4が露出しても、コンタクトホール9bと同様の理由により、コンタクト不良が発生することはない。

#### 【0076】

工程15（図20参照）：不活性ガス（例えばAr）を用いたスパッタエッチングによって、トレンチ17a, 17b及びコンタクトホール17c, 17d内をクリーニングした後、トレンチ17a, 17b及びコンタクトホール17c, 17d内を含む改質SOG膜15の上に、マグネトロンスパッタ法やCVD法を用いて、密着層及びバリヤ層としてのTiN膜を形成し、その上に、CVD法又はメッキ法を用いて、Cu膜を形成し、更に、CMP法を用いて、Cu膜の表面を研磨し、最終的にトレンチ17a, 17b及びコンタクトホール17c, 17d内にTiNとCuからなる配線18を埋め込み形成する。

#### （第3実施形態）

本発明の第3実施形態の製造方法を図21～図26に基づいて説明する。尚、第1実施形態における工程1～工程6（図1～図6）については、本第3実施形

態と同様であるので、説明を省略し、ここでは、それ以降の工程につき説明する。また、第1実施形態及び第2実施形態と同様の構成については、同じ符号を用い、その詳細な説明を省略する。

【0077】

工程20（図21参照）：改質SOG膜8（但し、膜厚は1200nmに設定する）の上に、レジストパターン20を形成する。このレジストパターン20の開口部は、トレンチ5の開口部（金属配線6）を含み、その面積も、トレンチ5のそれよりも大きい。

【0078】

工程21（図22参照）：レジストパターン20をマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜8を、その膜厚が600nmになるまでエッチングし、この改質SOG膜8にトレンチ8a、8bを形成する。

【0079】

工程22（図23参照）：レジストパターン20を除去した後、再び改質SOG膜8の上に、レジストパターン21を形成する。このレジストパターン21の開口部21aは、トレンチ8a、8b内に位置する。

【0080】

工程23（図24参照）：レジストパターン21をマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜8をエッチングする。

【0081】

工程24（図25参照）：レジストパターン21を除去することにより、改質SOG膜8に、金属配線6に通じるトレンチ8a、8b及びコンタクトホール22a、22bを形成する。このとき、レジストパターン22を形成する際のマスクの合わせずれで、コンタクトホールの形成位置が、コンタクトホール22bのように金属配線6の上面からずれて改質SOG膜4が露出しても、コンタクトホール9bと同様の理由により、コンタクト不良が発生することはない。

【0082】

工程 25 (図 26 参照) : 不活性ガス (例えば Ar) を用いたスパッタエッチングによって、トレンチ 8a, 8b 及びコンタクトホール 22a, 22b 内をクリーニングした後、トレンチ 8a, 8b 及びコンタクトホール 22a, 22b 内を含む改質 SOG 膜 8 の上に、マグネトロンスパッタ法や CVD 法を用いて、密着層及びバリヤ層としての TiN 膜を形成し、その上に、CVD 法又はメッキ法を用いて、Cu 膜を形成し、更に、CMP 法を用いて、Cu 膜の表面を研磨し、最終的にコンタクトホール 22a, 22b 内に TiN と Cu からなる接続孔配線 18 を埋め込み形成する。

(第 4 実施形態)

本発明の第 4 実施形態の製造方法を図 27~図 33 に基づいて説明する。尚、第 1 実施形態における工程 1~工程 6 (図 1~図 6) については、本第 4 実施形態と同様であるので、説明を省略し、ここでは、それ以降の工程につき説明する。また、第 2 実施形態と同様の構成については、同じ符号を用い、その詳細な説明を省略する。

【0083】

工程 30 (図 27 参照) : 改質 SOG 膜 8 の上に、レジストパターン 30 を形成する。

【0084】

工程 31 (図 28 参照) : レジストパターン 30 をマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質 SOG 膜 8 に、金属配線 6 に通じるコンタクトホール 31a, 31b を形成する。

【0085】

工程 32 (図 29 参照) : レジストパターン 30 を除去した後、コンタクトホール 31a, 31b 内を含む改質 SOG 膜 8 の上に、レジスト膜 32 を塗布する。

【0086】

工程 33 (図 30 参照) : 通常の露光技術を用いて、レジスト膜 32 におけるコンタクトホール 31a, 31b 以外の部分をパターニングし、改質 SOG 膜 8 の上に、レジストパターン 33 を形成する。このレジストパターン 33 の開口部

33a, 33bは、コンタクトホール31a, 31bを含み、その面積も、コンタクトホール31a, 31bのそれよりも大きい。

【0087】

工程34（図31参照）：レジストパターン33及びコンタクトホール31a, 31b内に残存するレジスト膜32をマスクとして、フロロカーボン系のガスをエッチングガスとして用いる異方性エッチングを行い、改質SOG膜8を、その膜厚が半分になるまでエッチングし、この改質SOG膜8にトレンチ8a, 8bを形成する。

【0088】

工程35（図32参照）：レジストパターン33及びレジスト膜32を除去することにより、改質SOG膜8に、金属配線6に通じるトレンチ8a, 8b及びコンタクトホール31a, 31bを形成する。このとき、レジストパターン30を形成する際のマスクの合わせずれで、コンタクトホールの形成位置が、コンタクトホール31bのように金属配線6の上面からずれて改質SOG膜4が露出しても、コンタクトホール9bと同様の理由により、コンタクト不良が発生することはない。

【0089】

工程36（図33参照）：不活性ガス（例えばAr）を用いたスパッタエッチングによって、トレンチ8a, 8b及びコンタクトホール31a, 31b内をクリーニングした後、スパッタ法やCVD法を用いて、密着層及びバリヤ層としてのTiN膜を形成し、その上に、CVD法又はメッキ法を用いて、Cu膜を形成し、更に、CMP法を用いて、Cu膜の表面を研磨し、最終的にトレンチ8a, 8b及びコンタクトホール31a, 31b内にTiNとCuからなる接続孔配線18を埋め込み形成する。

【0090】

以上、各実施形態について説明したが、各実施形態から把握できる請求項以外の技術的思想について、以下にその効果と共に記載する。

【0091】

（イ）基板の上に第1の絶縁膜（有機SOG膜3）を形成する工程と、この第

1の絶縁膜に不純物を導入する工程と、前記第1の絶縁膜に第1の配線（金属配線6）を埋め込み形成する工程と、前記第1の絶縁膜の上に第2の絶縁膜（有機SOG膜7）を形成する工程と、前記第2の絶縁膜の上に第3のマスクパターン（レジストパターン20）を形成する工程と、この第3のマスクパターンに基づいて、第2の絶縁膜を部分的に薄膜化する工程と、この薄膜化した領域の上に第4のマスクパターン（レジストパターン21）を形成する工程と、この第4のマスクパターンに基づいて、前記第2の絶縁膜に、前記第1の配線に通じるコンタクトホール22a, 22bを形成する工程と、少なくとも前記コンタクトホール内に、前記第1の配線に電氣的に接続される第3の配線（配線18）を形成する工程と、を含むことを特徴とした半導体装置の製造方法。

## 【0092】

（ロ）基板の上に第1の絶縁膜（有機SOG膜3）を形成する工程と、この第1の絶縁膜に不純物を導入する工程と、前記第1の絶縁膜に第1の配線（金属配線6）を埋め込み形成する工程と、前記第1の絶縁膜の上に第2の絶縁膜（有機SOG膜7）を形成する工程と、前記第2の絶縁膜の上に第5のマスクパターン（レジストパターン30）を形成する工程と、この第5のマスクパターンに基づいて、前記第2の絶縁膜に、前記第1の配線に通じる第2のコンタクトホール31a, 31bを形成する工程と、前記第5のマスクパターンを除去した後、前記第2のコンタクトホール内及び第2の絶縁膜の上に、レジスト膜32を形成する工程と、このレジスト膜における第2の絶縁膜よりも上の部分をパターニングして、前記第2のコンタクトホールよりも大きな開口部を有する第6のマスクパターン33を形成する工程と、この第6のマスクパターンに基づいて、第2の絶縁膜を部分的に薄膜化する工程と、前記第2のコンタクトホール内に残存するレジスト膜及び第6のマスクパターンを除去する工程と、少なくとも前記第2のコンタクトホール内に、前記第1の配線に電氣的に接続される第3の配線（配線18）を形成する工程と、を含むことを特徴とした半導体装置の製造方法。

## 【0093】

（ハ）前記第2の絶縁膜に形成したコンタクトホール22a, 22b又は第2のコンタクトホール31a, 31b内に、第3の配線（配線18）を形成する前



に、第2の絶縁膜に不純物を導入する工程を更に備えることを特徴とした半導体装置の製造方法。

【0094】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、以下のように実施しても同様の作用効果を得ることができる。

【0095】

(1) 有機SOG膜に代えて、フロロカーボン膜やポリイミドやシロキサン編成されたポリイミドなどを用いる。

【0096】

(2) 配線材料としてのCuに代えて、アルミ、金、銀、シリサイド、高融点金属、ドーパドポリシリコン、窒化チタン(TiN)、タングステンチタン(TiW)又はそれらの積層構造で形成する。

【0097】

(3) 密着層及びバリヤ層としてのTiNを、Ti, TaN, Ta等との積層構造にする。又は、TiNに代えて、Ti, TaN, Ta等を用いる。

【0098】

(4) 改質SOG膜に熱処理を施す。この場合、改質SOG膜中のダングリングボンドが少なくなるため。吸湿性が更に小さくなり、水分の透過も更に少なくなる。

【0099】

(5) 有機SOG膜の組成を一般式(1)で表される無機SOG膜に置き換え、その無機SOG膜にイオン注入を行う。この場合には、無機SOG膜に含まれる水分及び水酸基を減少させることができる。

【0100】

(6) 上記実施形態では、有機SOG膜に注入するイオンとしてホウ素イオンを用いたが、結果として有機SOG膜を改質するものであればどのようなイオンを用いてもよい。

【0101】

具体的には、アルゴンイオン、ホウ素イオン、窒素イオンなどの質量の比較的

小さいイオンが適しており、中でもホウ素イオンがもっとも適しているが、これら以外にも以下に示すイオンも十分に効果が期待できる。

【0102】

アルゴン以外の不活性ガスイオン（ヘリウムイオン、ネオンイオン、クリプトンイオン、キセノンイオン、ラドンイオン）。不活性ガスは有機SOG膜と反応しないため、イオン注入によって悪影響が生じる恐れが全くない。

【0103】

ホウ素及び窒素以外のIII b, IV b, V b, VI b, VII bの各族の元素単体イオン及びそれらの化合物イオン。特に、酸素、アルミ、イオウ、塩素、ガリウム、ゲルマニウム、ヒ素、セレン、臭素、アンチモン、ヨウ素、インジウム、スズ、テルル、鉛、ビスマスの元素単体イオン及びそれらの化合物イオン。

【0104】

この中で、金属元素イオンについては、イオン注入後の有機SOG膜の誘電率を低く抑えることができる。

【0105】

IVa族, Va族の元素単体イオン及びそれらの化合物イオン。特に、チタン、バナジウム、ニオブ、ハフニウム、タンタルの元素単体イオン及びそれらの化合物イオン。IVa族, Va族の元素の酸化物は誘電率が高いため、イオン注入後の有機SOG膜の誘電率も高くなるが、特に低い誘電率の層間絶縁膜が要求される場合以外には実用上問題ない。

【0106】

各イオンを複数種類組み合わせる。この場合、各イオンの相乗作用により更に優れた効果を得ることができる。

【0107】

(7) 上記実施形態では、有機SOG膜にイオンを注入しているが、イオンに限らず、原子、分子、粒子であればよい（本発明ではこれらを総称して不純物とする）。

【0108】

(8) スパッタリングの方法として、マグネトロンスパッタリング以外に、ダ

イオードスパッタリング、高周波スパッタリング、四極スパッタリング等のようなものであってもよい。

【0109】

(9) スパッタエッチングの方法として、不活性ガスを用いる以外に、反応性ガス（例えば  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{SF}_6$ ）を用いた反応性イオンビームエッチング（RIE、反応性イオンミリングとも呼ばれる）を用いてもよい。

【0110】

(10) 単結晶シリコン基板（半導体基板）に代えて、導電性基板やガラス等の絶縁性基板を用いる。すなわち、以上の実施形態にあつては、単結晶シリコン基板上に配線を形成する例を示しているが、例えばLCDのように絶縁性基板上に配線を形成するデバイスに対しても十分に適用が可能であり、このような絶縁性基板上に配線を形成したものであつても本発明における「半導体装置」の概念に属するものとする。

【0111】

【発明の効果】

本発明にあつては、信頼性に優れ且つ微細化に適した半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を具体化した第1実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図2】

本発明を具体化した第1実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図3】

本発明を具体化した第1実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図4】

本発明を具体化した第1実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面

図である。

【図 5】

本発明を具体化した第 1 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 6】

本発明を具体化した第 1 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 7】

本発明を具体化した第 1 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 8】

本発明を具体化した第 1 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 9】

本発明を具体化した第 1 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 10】

本発明の実施形態を説明するための特性図である。

【図 11】

本発明の実施形態を説明するための特性図である。

【図 12】

本発明の実施形態を説明するための特性図である。

【図 13】

本発明の実施形態を説明するための特性図である。

【図 14】

本発明の実施形態を説明するための特性図である。

【図 15】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 16】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 17】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 18】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 19】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 20】

本発明を具体化した第 2 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 21】

本発明を具体化した第 3 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 22】

本発明を具体化した第 3 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 23】

本発明を具体化した第 3 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 24】

本発明を具体化した第 3 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 25】

本発明を具体化した第 3 実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面

図である。

【図 26】

本発明を具体化した第3実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 27】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 28】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 29】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 30】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 31】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 32】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

【図 33】

本発明を具体化した第4実施形態に係る半導体装置の製造過程を示す概略断面図である。

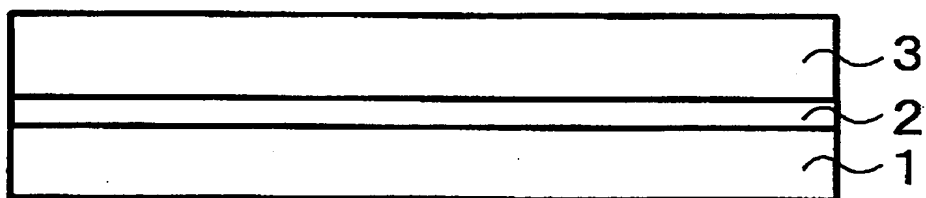
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 シリコン酸化膜（第4の絶縁膜）
- 3 有機SOG膜（第1の絶縁膜）

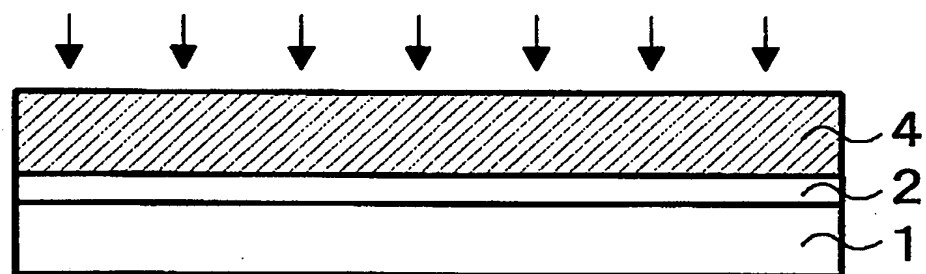
- 4 改質 SOG 膜
- 5 トレンチ
- 6 金属配線 (第 1 の配線)
- 7 有機 SOG 膜 (第 2 の絶縁膜)
- 8 改質 SOG 膜
- 8 a, 8 b トレンチ
- 9 a, 9 b コンタクトホール
- 10 接続孔配線 (第 2 の配線)
- 11 改質 SOG 膜
- 12 上層金属配線
- 13 シリコン窒化膜マスク (第 1 のマスクパターン)
- 14 有機 SOG 膜 (第 3 の絶縁膜)
- 15 改質 SOG 膜
- 16 レジストパターン (第 2 のマスクパターン)
- 17 a, 17 b トレンチ
- 17 c, 17 d コンタクトホール
- 18 配線 (第 3 の配線)
- 20 レジストパターン (第 3 のマスクパターン)
- 21 レジストパターン (第 4 のマスクパターン)
- 22 a, 22 b コンタクトホール
- 30 レジストパターン (第 5 のマスクパターン)
- 31 a, 31 b コンタクトホール (第 2 のコンタクトホール)
- 32 レジスト膜
- 33 レジストパターン (第 6 のマスクパターン)
- 34 a, 34 b コンタクトホール

【書類名】 図面

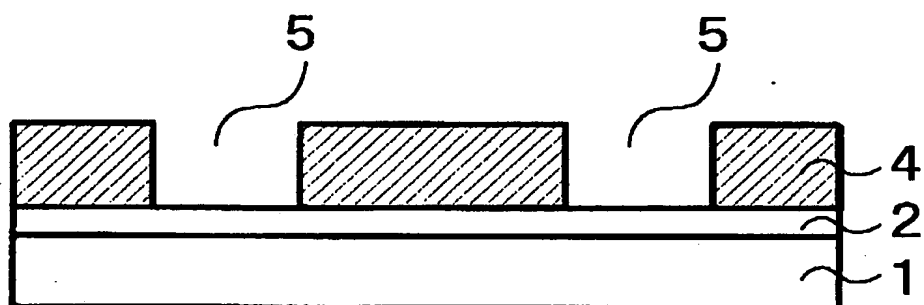
【図 1】



【図 2】

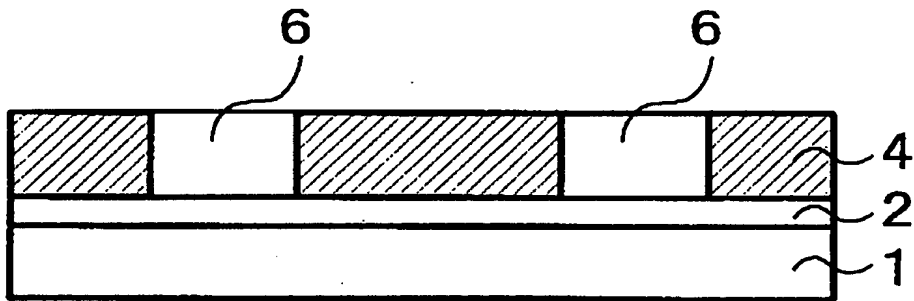


【図 3】

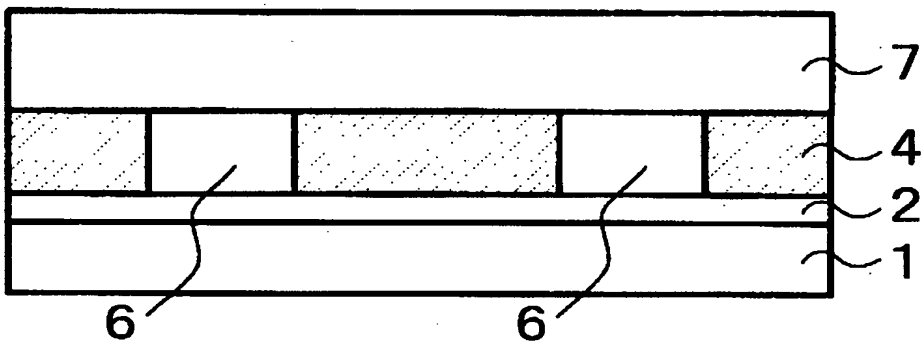




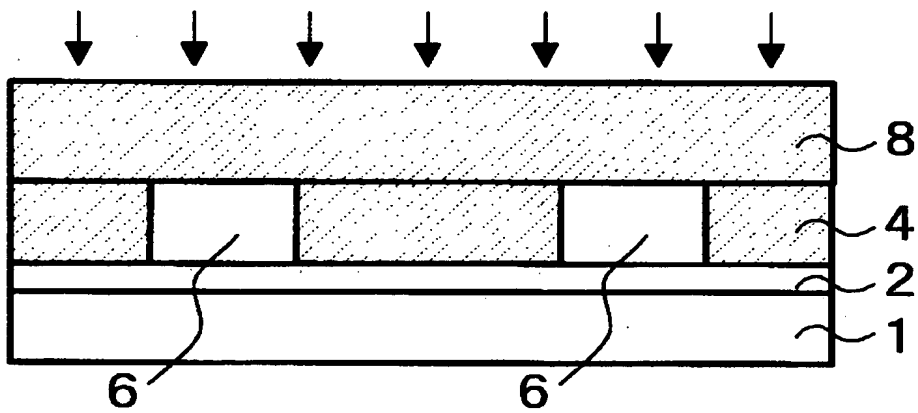
【図4】



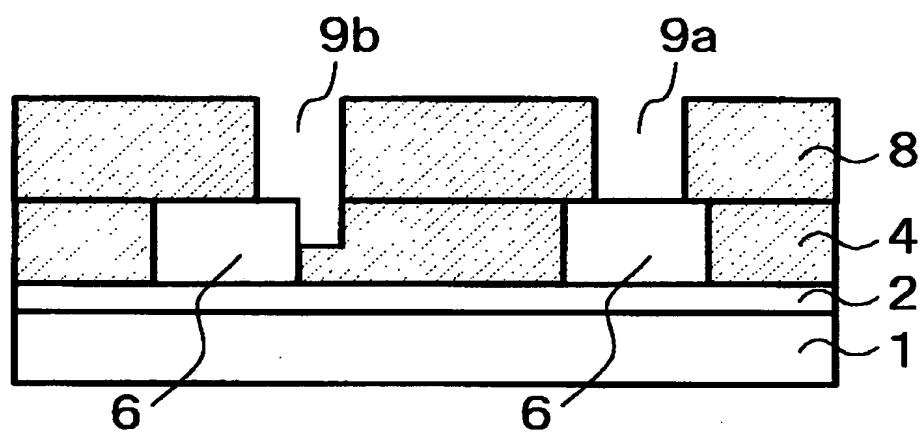
【図5】



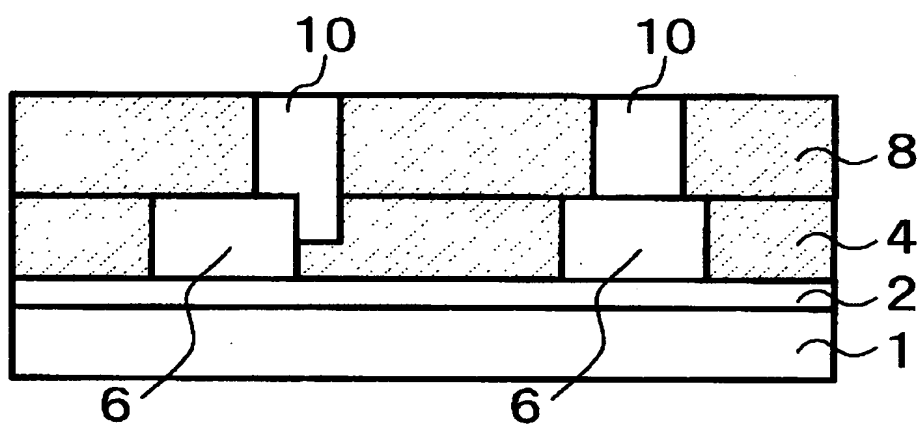
【図6】



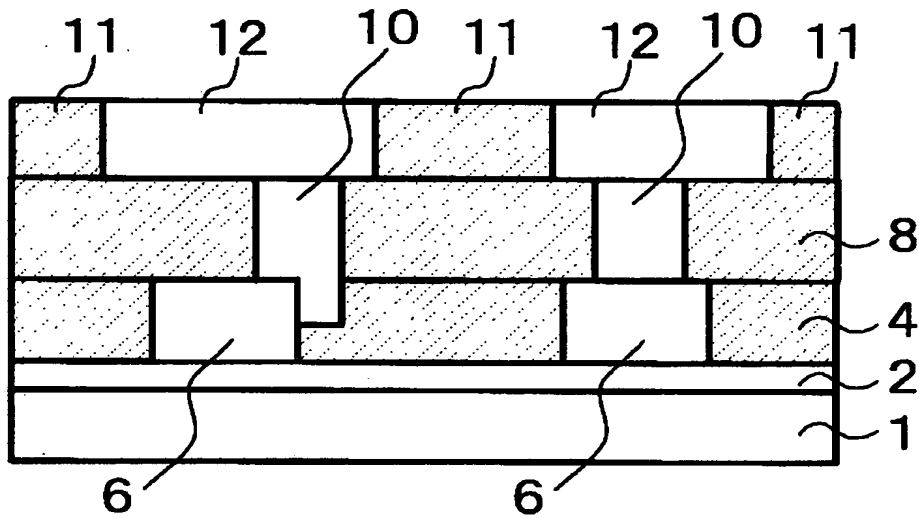
【図 7】



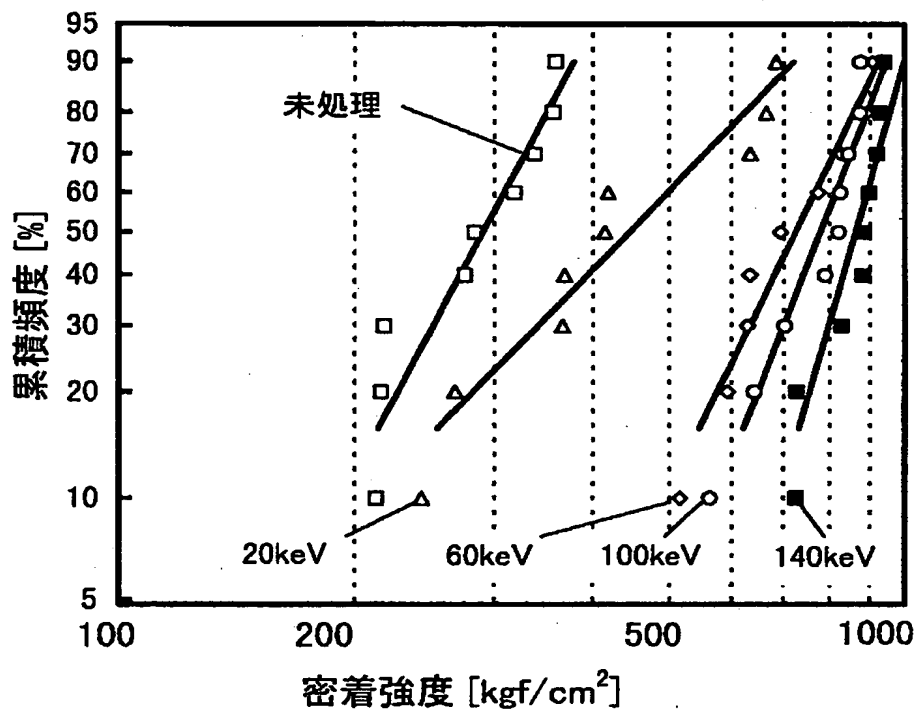
【図 8】



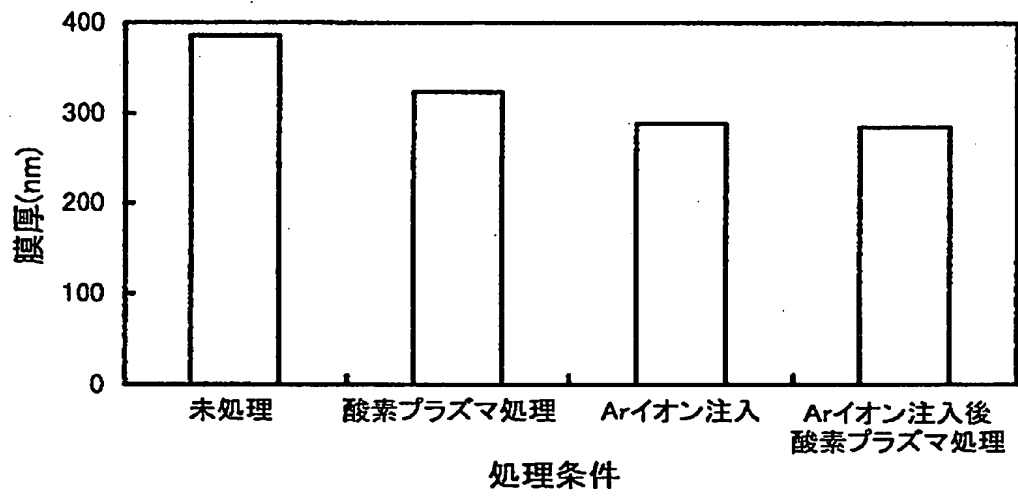
【图9】



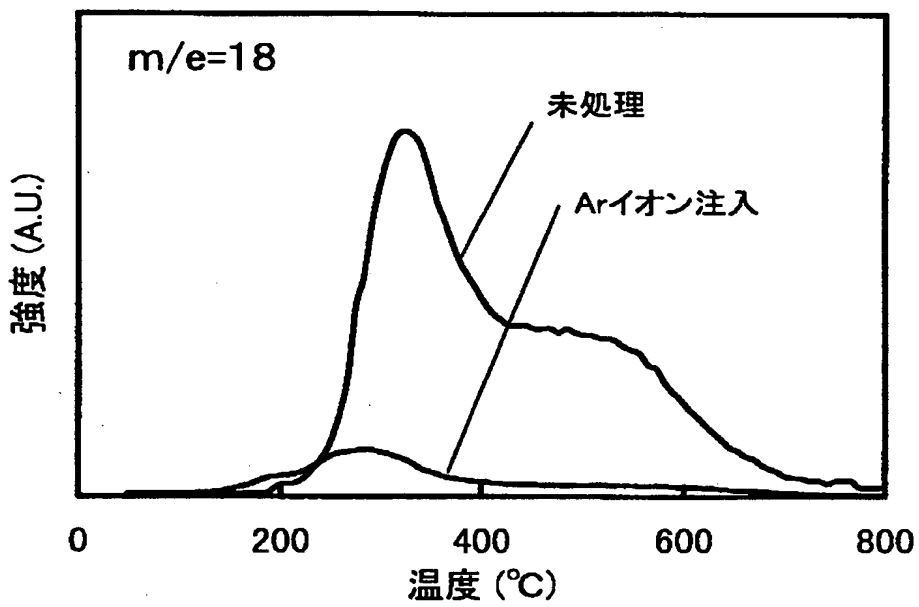
【图10】



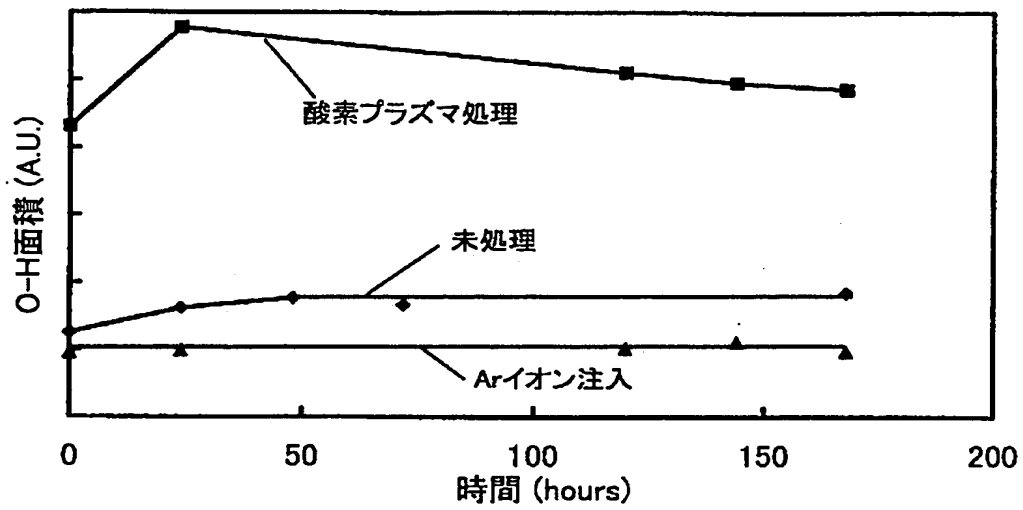
【図 1 1】



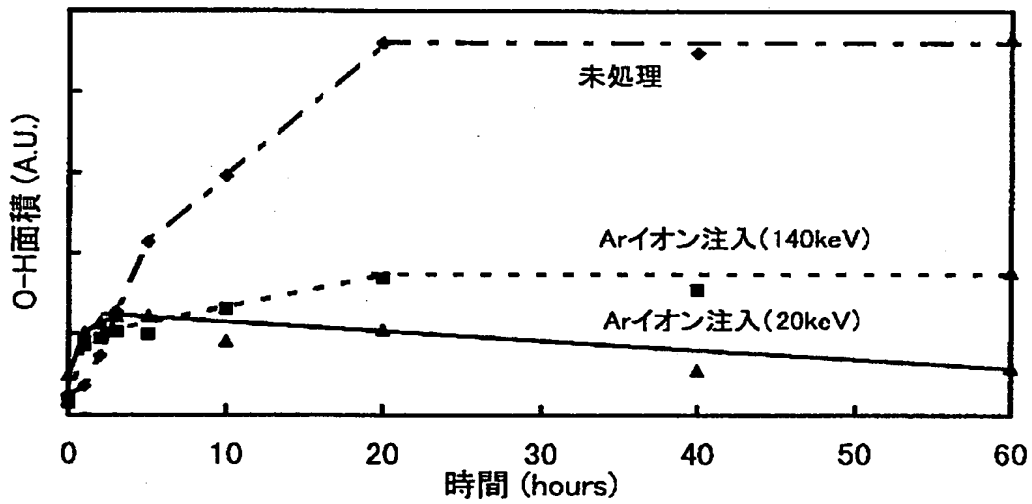
【図 1 2】



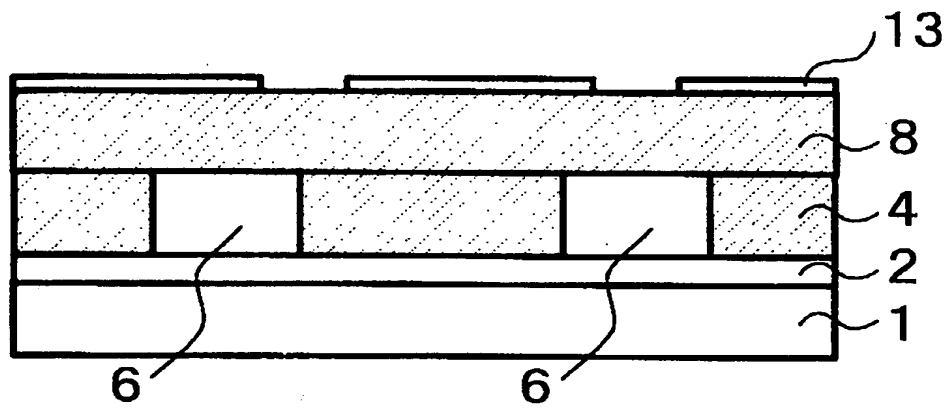
【図 13】



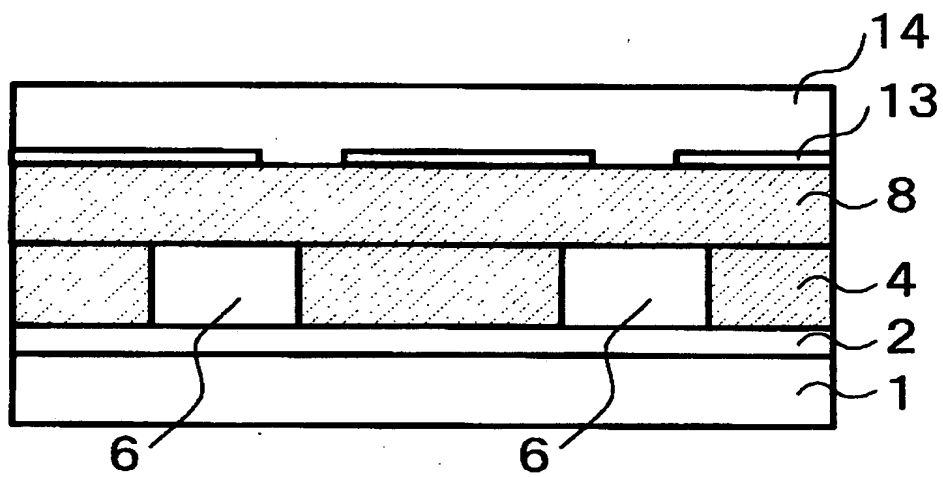
【図 14】



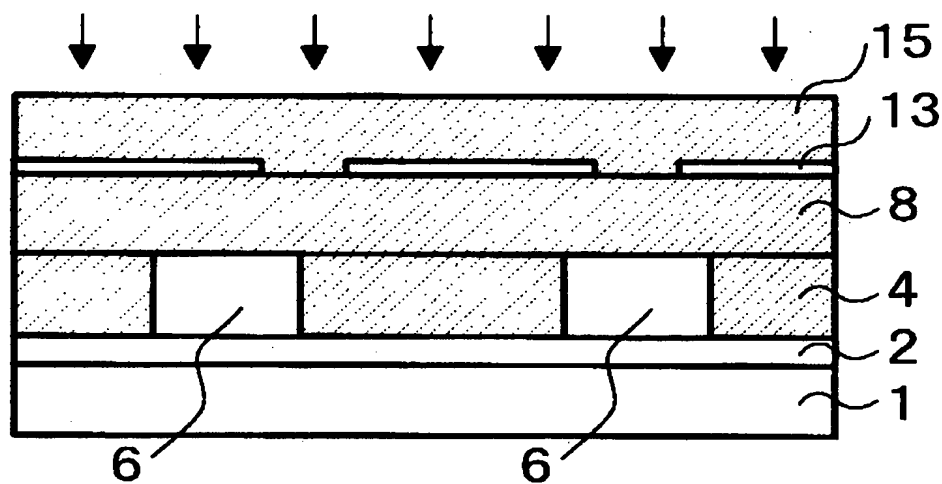
【図 15】



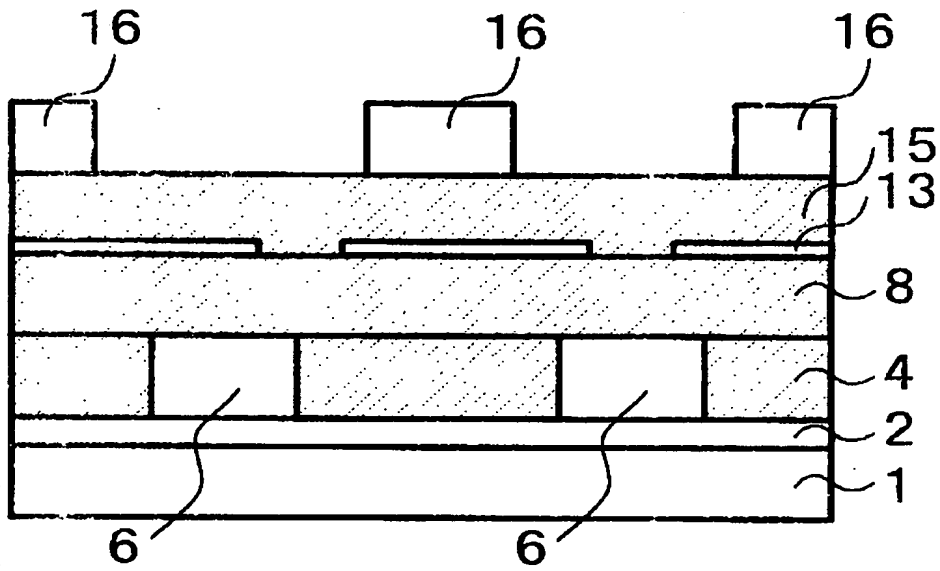
【図 16】



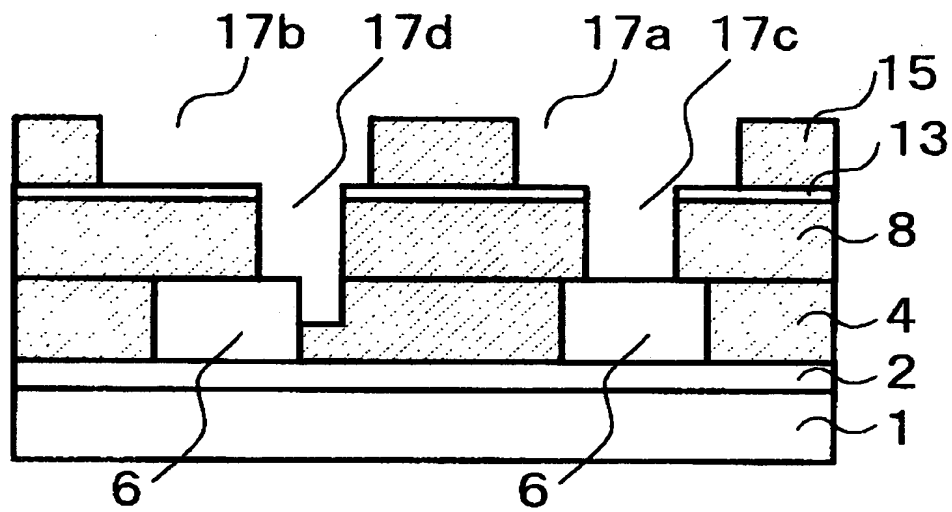
【図 17】



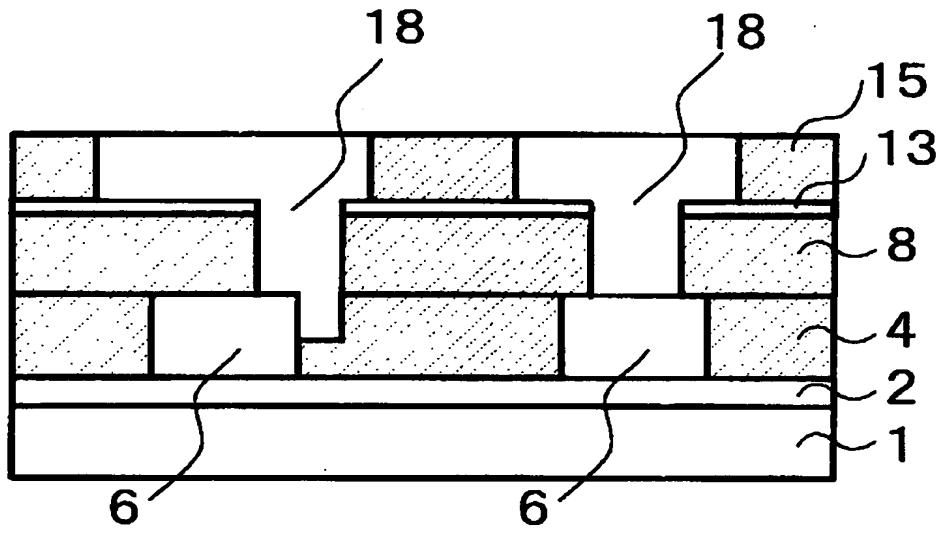
【図 18】



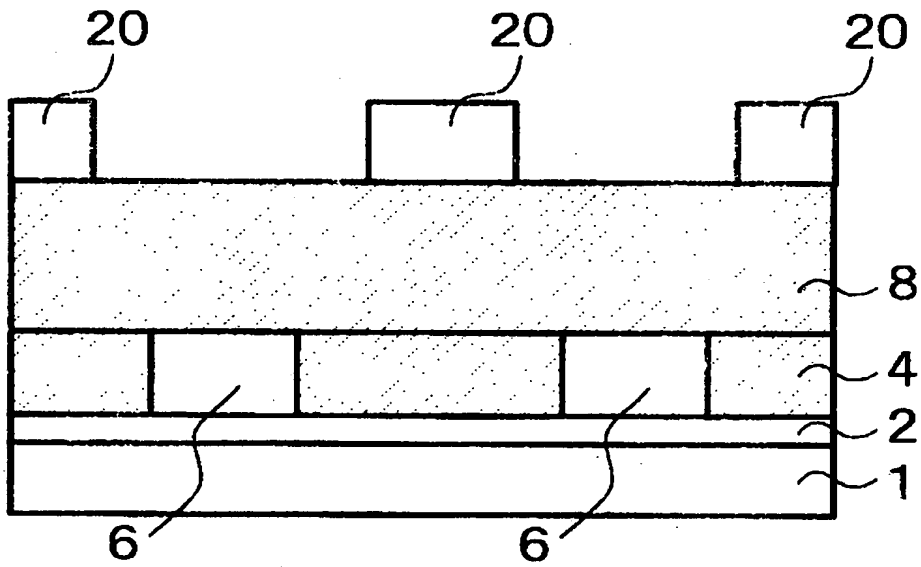
【図 19】



【図 20】

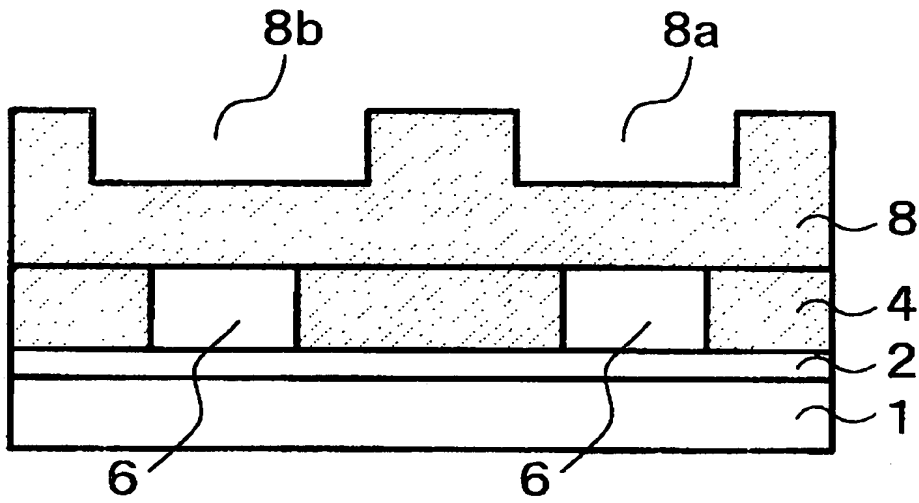


【図 21】

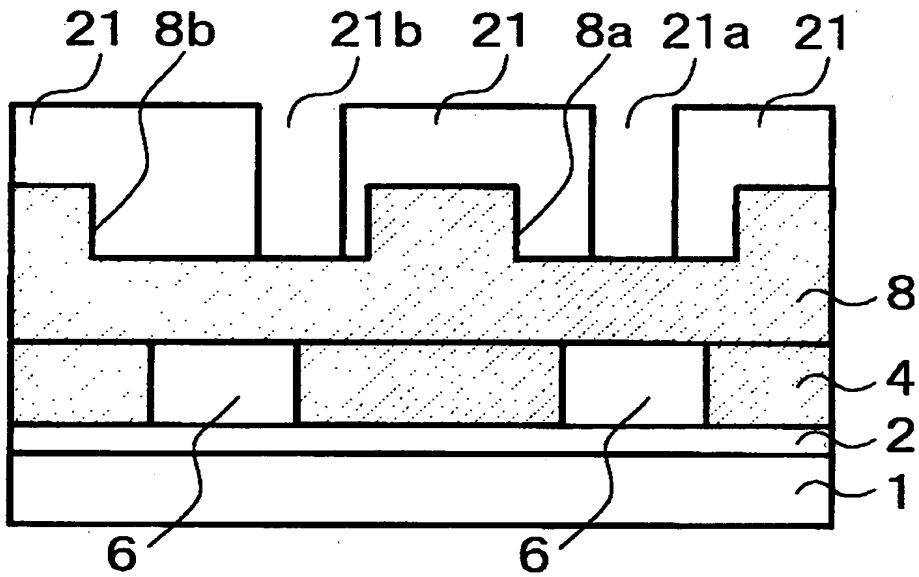




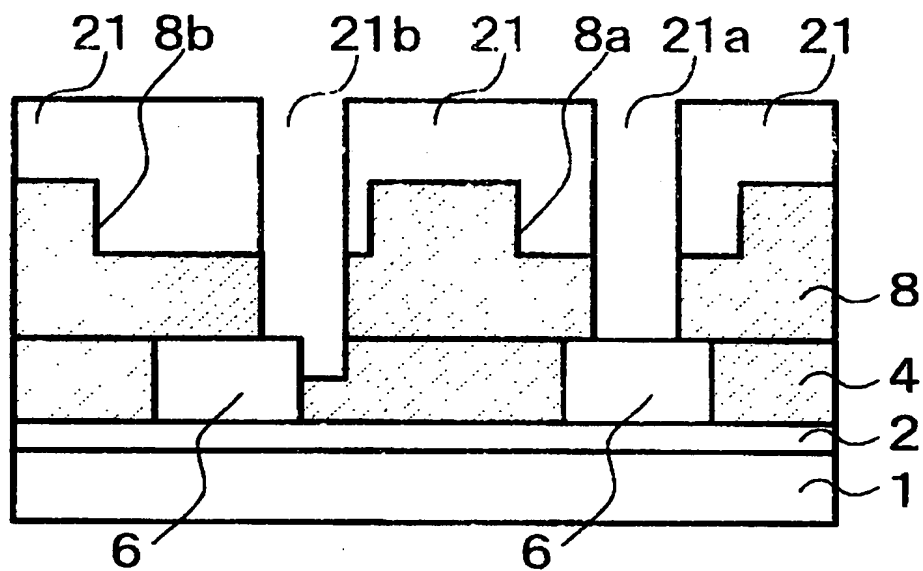
【図 22】



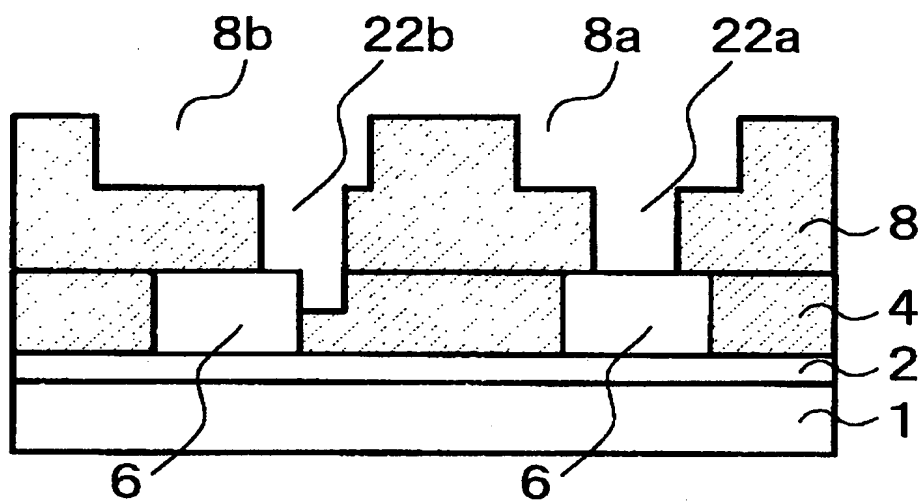
【図 23】



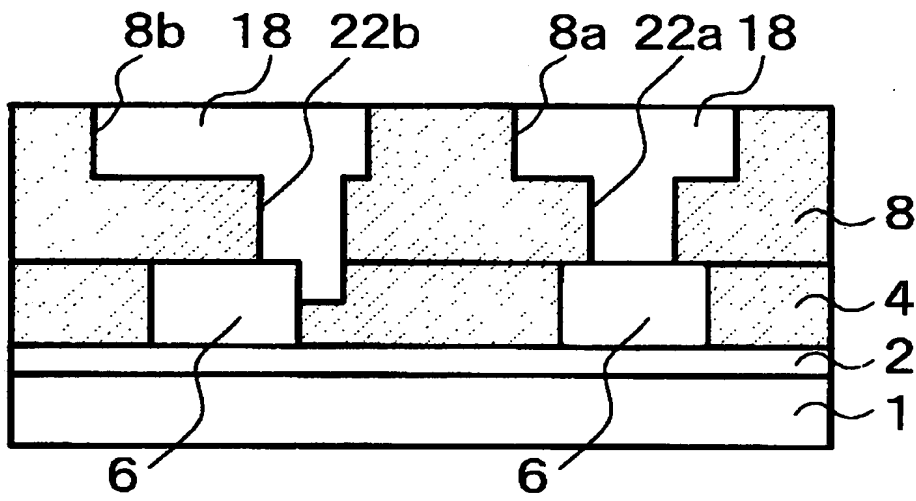
【図 24】



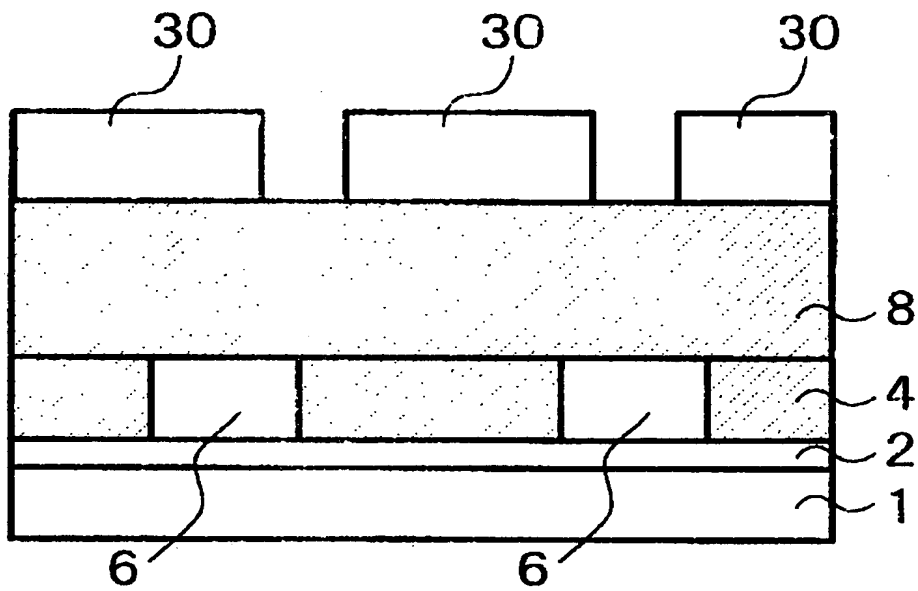
【図 25】



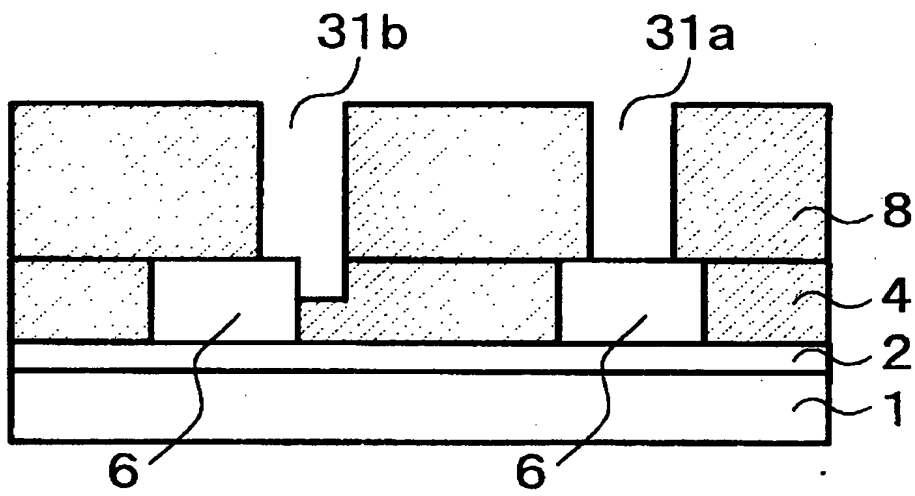
【図 26】



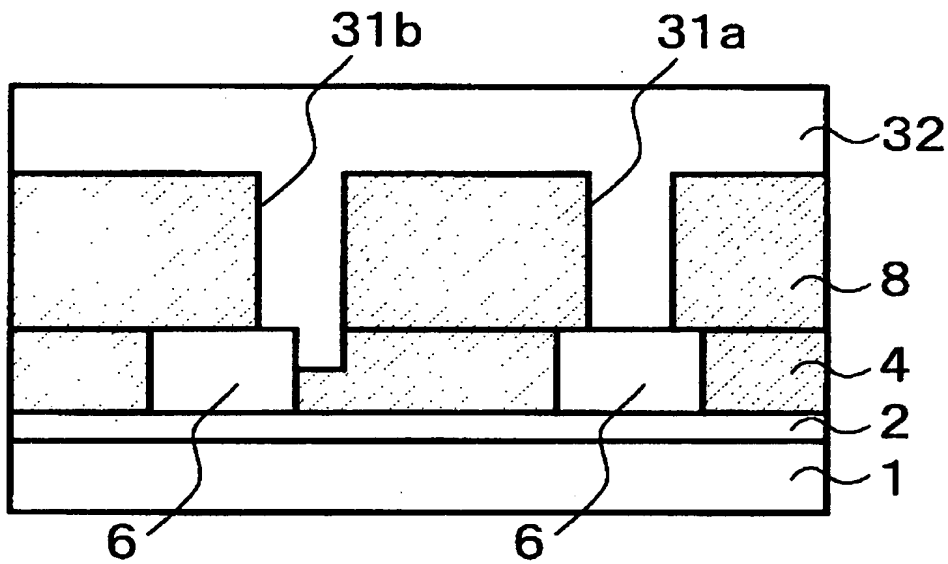
【図 27】



【図 28】

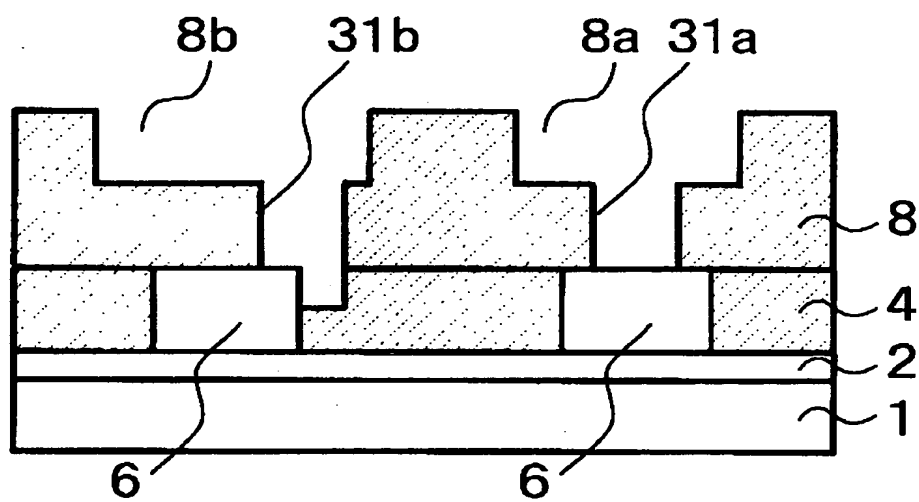


【図 29】

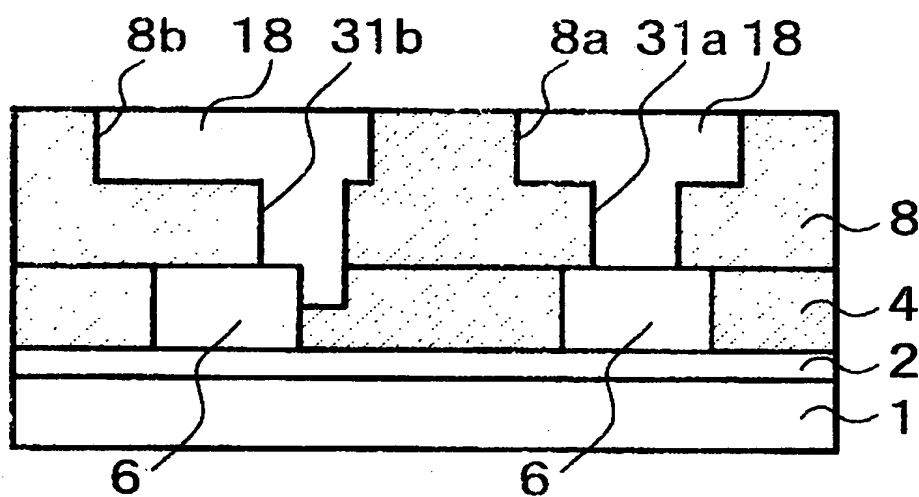




【図 3 2】



【図 3 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信頼性に優れ且つ微細化に適した半導体装置を提供すること。

【解決手段】 シリコン酸化膜 2 の上に有機 SOG 膜 3 を形成し、有機 SOG 膜 3 に対し、ホウ素イオンを注入する。このように、有機 SOG 膜 3 にホウ素イオンを導入することで、膜中の有機成分を分解させると共に、膜中に含まれる水分及び水酸基を減少させる。

そして、改質 SOG 膜 4 にダマシン法を用いて金属配線 6 を埋め込んだ後、その上に改質 SOG 膜 8 を形成し、更に、コンタクトホール 9 a, 9 b を形成する。コンタクトホール 9 a, 9 b 内に接続孔配線 10 を埋め込んだ後、ダマシン法を用いて、改質 SOG 膜 11 及び上層金属配線 12 を形成する。

【選択図】 図 9

【書類名】  
【訂正書類】

職権訂正データ  
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000001889

【住所又は居所】

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

【氏名又は名称】

三洋電機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100076794

【住所又は居所】

群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号 三洋電機  
株式会社 情報通信事業本部

【氏名又は名称】

安富 耕二

【選任した代理人】

【識別番号】

100107906

【住所又は居所】

群馬県邑楽郡大泉町坂田一丁目1番1号 三洋電機  
株式会社 半導体事業本部 事業推進統括部 知的  
財産部

【氏名又は名称】

須藤 克彦



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日	1993年10月20日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
氏 名	三洋電機株式会社